

**ANÁLISIS Y DISEÑO DE UN PROTOTIPO DE UN SISTEMA DOMÓTICO
IMPLEMENTADO EN ARDUINO**

VICTOR MANUEL MUÑOZ RESTREPO

ALEJANDRO CARDONA QUICENO

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA
FACULTAD DE INGENIERÍAS
INGENIERÍA DE SISTEMAS Y COMPUTACIÓN
SEDE PEREIRA, RISARALDA
AÑO 2017**

**ANÁLISIS Y DISEÑO DE UN PROTOTIPO DE UN SISTEMA DOMÓTICO
IMPLEMENTADO EN ARDUINO**

VICTOR MANUEL MUÑOZ RESTREPO

Código: 1088023383

ALEJANDRO CARDONA QUICENO

Código: 1088319004

**PROYECTO DE GRADO PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE
INGENIERO DE SISTEMAS Y COMPUTACIÓN**

DIRECTOR:

PhD. GUILLERMO ROBERTO SOLARTE MARTÍNEZ

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA
FACULTAD DE INGENIERÍAS
INGENIERÍA DE SISTEMAS Y COMPUTACIÓN
SEDE PEREIRA, RISARALDA
AÑO 2017**

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a nuestra alma mater que nos acogió como nuestro segundo hogar mientras culminamos nuestros estudios de pregrado. A cada uno de los profesores del programa por brindarnos la oportunidad de adquirir nuevos conocimientos formándonos como profesionales competitivos e íntegros, en especial al doctor Guillermo Roberto Solarte Martínez por ser nuestro director de proyecto y tener la disposición de orientarnos y ayudarnos en la realización de este proyecto de grado y por último a nuestros padres y familiares por estar siempre apoyándonos a lo largo de esta etapa, ya que sin la ayuda de ellos hubiese sido imposible.

DEDICATORIA

“En primer lugar, le dedico la culminación de esta etapa a mis padres, por sus esfuerzos hechos y su apoyo mostrado a lo largo de estos años para que pudiera lograr mis objetivos. Se lo dedico también a mi hermana, familiares, amigos y compañeros que también fueron parte importante en este ciclo que está cerca de cerrarse, gracias a todos”.

- Alejandro Cardona Quiceno.

“Este triunfo va dedicado especialmente a mi madre que fue el motor que me motivó a culminar mis estudios de pregrado y sin ella esto no hubiese sido posible, a mis tíos, abuelos y familiares por sus sabios consejos y su apoyo incondicional, finalmente a mis compañeros y amigos con los compartí gratos momentos, muchas gracias a todos”.

- Víctor Manuel Muñoz Restrepo.

TABLA DE CONTENIDO

Pág.

TABLA DE CONTENIDO	5
LISTA DE TABLAS	7
LISTA DE ILUSTRACIONES	8
TÍTULO DEL TRABAJO DE GRADO	10
INTRODUCCIÓN.....	10
1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	11
1.1 PLANTEAMIENTO	11
1.2 FORMULACIÓN.....	11
2. JUSTIFICACIÓN	12
3. OBJETIVOS	13
3.1 GENERAL.....	13
3.2 ESPECÍFICOS	13
4. METODOLOGÍA.....	14
5. MARCO DE REFERENCIA	15
5.1 ANTECEDENTES	15
5.2 MARCO CONCEPTUAL.....	16
6. DESARROLLO	22
6.1 DIAGRAMA DE CASOS DE USO.....	22
6.1.1 Definición de roles	22
6.1.2 Descripción de casos de uso	22
6.1.3 Vista de casos de uso.....	30
6.2 Diagrama de secuencia.....	31
6.3 Diagrama de componentes	32
6.1.3 Diagrama de componentes del sistema	32
6.1.4 Diagrama de componentes de la alarma.....	32
6.4 Diagrama de actividades	33
6.4.1 Diagrama de actividades Abrir	33
6.4.2 Diagrama de actividades Cerrar	34
6.4.3 Diagrama de actividades Encender	35
6.4.4 Diagrama de actividades Apagar	37

6.4.5 Diagrama de actividades Control por voz.....	38
6.5 Diagrama de paquetes	38
6.5.1 Diagrama de paquetes del sistema.....	38
6.5.2 Diagrama de paquetes de la alarma	39
6.6 Diagrama de despliegue.....	39
6.7 Diagrama de circuitos del dispositivo.....	40
6.7.1 Diagrama de circuitos del dispositivo principal.....	40
6.7.2 Diagrama de circuitos del dispositivo Alarma	41
6.8 Planos de la maqueta.....	42
6.9 Desarrollo de la aplicación	42
6.9.1 Descripción de los bloques	42
7. Recomendaciones.....	46
7.1 Aspectos técnicos.	46
7.2 Manual de usuario.....	46
8. Pruebas	52
8.1 Pruebas de aplicación.	52
8.2 Pruebas de calidad.....	52
9. Conclusiones	52
BIBLIOGRAFÍA.....	53
ANEXOS	54
Anexo A: Repositorio en GitHub	54

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Caso de uso 1.....	22
Tabla 2. Caso de uso 2.....	24
Tabla 3. Caso de uso 3.....	25
Tabla 4. Caso de uso 4.....	26
Tabla 5. Caso de uso 5.....	27
Tabla 6. Caso de uso 6.....	28

LISTA DE ILUSTRACIONES

	Pág.
Ilustración 1. Resistencia. Fuente: Universidad de Vigo	16
Ilustración 2. Tabla de resistencias. Fuente: Área Tecnología	17
Ilustración 4. Diodo led. Fuente: Monografías	17
Ilustración 5. Tipos de Bluetooth. Fuente: Prometec.....	18
Ilustración 6. Buzzer. Fuente: Wikipedia	19
Ilustración 7. Diagrama de casos de uso. Fuente: Elaboración propia	30
Ilustración 8. Diagrama de secuencia. Fuente: Elaboración propia	31
Ilustración 9. Diagrama de componentes del sistema. Fuente: Elaboración propia	32
Ilustración 10. Diagrama de componentes alarma. Fuente: Elaboración propia	33
Ilustración 11. Diagrama de actividades Abrir. Fuente: Elaboración propia	34
Ilustración 12. Diagrama de actividades cerrar. Fuente: Elaboración propia	35
Ilustración 13. Diagrama de actividades Encender. Fuente: Elaboración propia ...	36
Ilustración 14. Diagrama de actividades Apagar. Fuente: Elaboración propia.....	37
Ilustración 15. Diagrama de actividades Control por voz. Fuente: Elaboración propia	38
Ilustración 16. Diagrama de paquetes del sistema. Fuente: Elaboración propia ...	38
Ilustración 17. Diagrama de paquetes de la alarma. Fuente: Elaboración propia ..	39
Ilustración 18. Diagrama de despliegue del sistema. Fuente: Elaboración propia .	39
Ilustración 19. Diagrama de circuitos del dispositivo. Fuente: Elaboración propia .	40
Ilustración 20. Diagrama de circuitos de dispositivo Alarma. Fuente: Elaboración propia	41
Ilustración 21. Planos de la maqueta. Fuente: Elaboración propia	42
Ilustración 22. Bloque de instrucciones. Fuente: Elaboración propia	43
Ilustración 23. Bloque de instrucciones. Fuente: Elaboración propia	43
Ilustración 24. Bloque de instrucciones. Fuente: Elaboración propia	43
Ilustración 25. Bloque de instrucciones. Fuente: Elaboración propia	44
Ilustración 26. Bloque de instrucciones. Fuente: Elaboración propia	45
Ilustración 27. Aplicación del usuario. Fuente: Elaboración propia.....	47
Ilustración 28. Aplicación de usuario. Fuente: Elaboración propia	47
Ilustración 29. Aplicación de usuario. Fuente: Elaboración propia	48
Ilustración 30. Aplicación del usuario. Fuente: Elaboración propia.....	48
Ilustración 31. Control por voz. Fuente: Elaboración propia	49
Ilustración 32. Cuadro de texto al controlar por voz. Fuente: Elaboración propia ..	50
Ilustración 33. Control manual de la aplicación. Fuente: Elaboración propia.....	50
Ilustración 34. Control manual de la aplicación. Fuente: Elaboración propia.....	51

TÍTULO DEL TRABAJO DE GRADO

Análisis y diseño de un sistema domótico implementado en Arduino (prototipo).

INTRODUCCIÓN

La domótica consiste en la automatización inteligente de una vivienda con el propósito de brindar confort y bienestar a sus residentes, la automatización de dichas casas se puede ver reflejado en el sistema eléctrico, sistema de seguridad y cámaras, sensores y actuadores, etc.

La domótica permite impactar de manera relevante en la economía de las personas, por ejemplo, al tener implementado el control del sistema energético y de agua se realiza el gasto necesario sin desperdiciar dichos recursos y esto también puede tener un impacto positivo en el medio ambiente.

Ya en el 2017 nos encontramos con avances tecnológicos interesantes en Colombia, donde se empieza a ver no sólo casas sino también edificios automatizados e inteligentes como es el caso del edificio inteligente EPM¹ ubicado en Medellín, la nueva sede de ISAGEN² que fue uno de los últimos edificios de este tipo que fue construido en nuestro país y cuenta con un área de aproximadamente de 25000 metros cuadrados y el bloque de ingeniería EAFIT³, entre otros.

¹Grupo EPM. (s.f.). *EPM*. Obtenido de EPM:
<http://www.epm.com.co/site/home/institucional/edificioepm.aspx>

²El Colombiano. (12 de Agosto de 2015). *El Colombiano*. Obtenido de El Colombiano: <http://www.elcolombiano.com/antioquia/los-cinco-edificios-inteligentes-referentes-de-medellin-KN2528729>

³Eafit. (30 de Julio de 2009). *eafit*. Obtenido de eafit:
<http://www.elcolombiano.com/antioquia/los-cinco-edificios-inteligentes-referentes-de-medellin-KN2528729>

1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

1.1 PLANTEAMIENTO

En la actualidad, la tecnología se ha vuelto una parte muy importante en nuestro día a día, buscamos cómo hacer nuestra vida más fácil con los diferentes dispositivos inteligentes que utilizamos y cada vez surgen nuevas alternativas para ello. Una de las ramas que tiene la tecnología, se centra en intentar mejorar nuestras vidas, desde la implementación de dispositivos inteligentes en el hogar. Pasando por encender y apagar las luces de manera remota desde nuestro celular inteligente, hasta proporcionar mayor seguridad en el hogar gracias a aplicaciones que nos alertan de los intrusos, la domótica está irrumpiendo poco a poco en nuestras vidas. En estudios del CEDOM⁴ (Asociación española de domótica e inmótica) el porcentaje de implantación en hogares de España era del 8,6%, un porcentaje que tiene mucho margen de mejora a lo largo de los años.

1.2 FORMULACIÓN

Según lo descrito anteriormente, ¿de qué manera se podría implementar un sistema domótico mediante el uso de Arduino, que permita manejar de manera remota el sistema eléctrico del hogar, automatizar puertas y ventanas y detectar fugas de gas?

⁴CEDOM. (2011). *Asociación Española de domótica e inmotica*. Obtenido de Asociación Española de domótica e inmotica: <http://www.cedom.es/sobre-domotica/que-es-domotica>

2. JUSTIFICACIÓN

En la actualidad, la tecnología se ha convertido en un elemento indispensable en nuestro día a día, es por ello que las personas buscan formas de hacer su vida más fácil mediante elementos tecnológicos. La domótica busca la automatización de dispositivos del hogar para lograr una mayor comodidad, ahorro energético y seguridad.

Hoy en día, Internet es una fuente de información casi ilimitada y que está en constante actualización y de donde se puede obtener información sobre la domótica, esto sumado a las placas Arduino que ofrecen componentes de hardware y su respectivo lenguaje de programación, permite realizar aplicativos cuya funcionalidad asemejen a un sistema de automatización del hogar.

3. OBJETIVOS

3.1 GENERAL

Realizar un prototipo de sistema domótico implementado con Arduino y modulo bluetooth hc-06.

3.2 ESPECÍFICOS

- Análisis y diseño del sistema domótico en Arduino.
- Diseñar aplicación móvil con los controladores adecuados que estén acorde con los requerimientos del sistema.
- Diseñar alarma de emisión de gases con sensor MQ2
- Implementar las distintas conexiones del circuito para presentar el prototipo funcional.
- Diseño y creación de una maqueta donde se va a simular el funcionamiento del sistema domótico.
- Realizar un plan de pruebas del sistema domótico.
- Evaluación y pruebas del sistema domótico implementado.

4. METODOLOGÍA

La metodología que se utiliza para la realización de este proyecto consiste en realizar una recopilación de información. Después de la recopilación de información, se realiza una retroalimentación para identificar si es necesario realizar una nueva búsqueda de información o si se puede establecer el esquema con el cual se va a realizar el proyecto de grado, para así realizar el marco teórico para establecer las ideas, procedimientos y teorías. El proyecto consta de dos etapas.

Etapas 1:

En esta primera etapa se va a realizar la parte de investigación y recopilación de información, además será la etapa donde se va a realizar la documentación que requiere el proyecto de grado con la ingeniería de software correspondiente.

Etapas 2:

En la segunda etapa del proyecto se va a realizar la implementación del prototipo de una casa domótica que cuenta con los siguientes pasos.

- Diseñar aplicación móvil en App Inventor para manejar el sistema eléctrico, las puertas, las ventanas y los ventiladores.
- Realizar la parte de programación que se va a cargar a la tarjeta Arduino mega y Arduino uno.
- Realizar las conexiones entre los distintos dispositivos electrónicos (led, servomotores, etc.) que van conectados a la tarjeta Arduino mega y Arduino uno.
- Diseñar maqueta de una casa donde se va a probar el sistema domótico.

5. MARCO DE REFERENCIA

5.1 ANTECEDENTES

La tecnología ha tenido una constante evolución a lo largo de los años y es algo que se ha visto reflejado en todos sus campos, desde el hardware, hasta el software, pasando por la cantidad de dispositivos que existen hoy en día con sus diversas funcionalidades.

La domótica surgió en los años setenta, cuando aparecieron los primeros dispositivos de automatización de edificios que utilizaban el protocolo X-10, que consistía en conectar módulos a la red eléctrica, sin necesidad de cableado especial.⁵

Posteriormente, a finales de los ochenta y principios de los noventa en los edificios se empezaron a incorporar los SCE (Sistema de Cableado Estructurado), que eran productos de cableado, conectores, y equipos de comunicación que integran servicios de voz, datos y vídeo, en conjunto con el sistema de administración dentro de una edificación, esto incluía también los sistemas de alarmas, la seguridad en el acceso, etc.⁶

Desde los años noventa hasta la actualidad, la domótica se ha venido asentando no sólo en grandes edificaciones, sino también en numerosos hogares alrededor del mundo. Hoy en día el concepto de domótica es conocido en la sociedad y cada vez más se están implementando en más lugares.

⁵Cuevas, J. C. (2002). *angelfire*. Obtenido de <http://www.angelfire.com/tv2/fvazquez/docs/X10/X-10SolAnt.pdf>

⁶Escuela Politecnica Nacional . (Octubre de 2010). *bibdigital*. Obtenido de <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/2501/1/CD-3204.pdf>

5.2 MARCO CONCEPTUAL

Para el desarrollo de este proyecto se van a utilizar dispositivos electrónicos los cuales se van a describir a continuación:

Resistencia: una resistencia eléctrica es un componente de un circuito eléctrico que se opone al paso de la corriente, este no tiene polaridad. La unidad de medida oficial son los ohmios que se representa con la letra griega Ω (ohm). La representación gráfica en un circuito eléctrico de una resistencia es la siguiente.

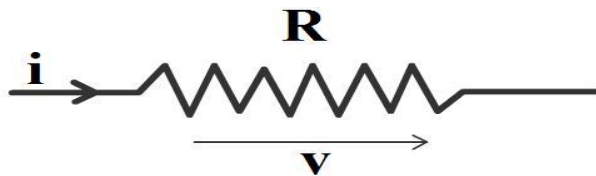
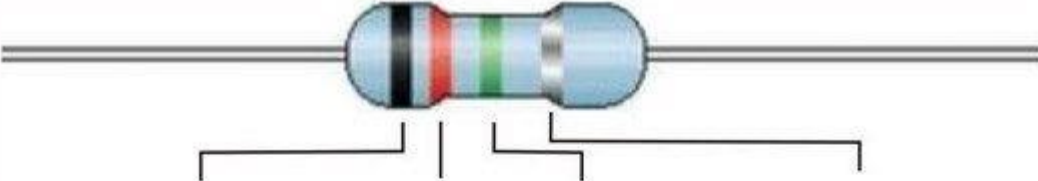


Ilustración 1. Resistencia. Fuente: Universidad de Vigo

En el proyecto se van a utilizar 15 resistencia de 220 ohmios que van a tener la tarea de proteger a los diodos led para que no se quemen. El valor de cada resistencia se da por los colores que se representa en cuatro bandas.



Color	1ra. Banda	2da. Banda	3ra. Banda Multiplicador	Tolerancia %
Negro	0	0	x1	
Cafe	1	1	x10	
Rojo	2	2	x100	2%
Naranja	3	3	x1000	
Amarillo	4	4	x10000	
Verde	5	5	x100000	
Azul	6	6	x1000000	
Violeta	7	7	x10000000	
Gris	8	8	x100000000	
Blanco	9	9	x1000000000	
				Dorado 5%
				Plata 10%

Circuitos Básicos

Ilustración 2. Tabla de resistencias. Fuente: Área Tecnología

Diodos led: son dispositivo que permiten el flujo de la corriente en un solo sentido y emiten luz, los diodos led cuenta con una pata que se conoce como ánodo que es la parte positiva y otra pata que se conoce como cátodo que es la parte negativa. En circuito eléctricos los diodos led se representan de la siguiente manera.

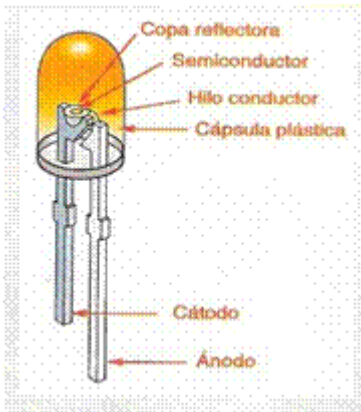


Ilustración 3. Diodo led. Fuente: Monografías

Bluetooth HC-06: Un módulo bluetooth puede trabajar de dos maneras como maestro o como esclavo.

La diferencia es que un Bluetooth esclavo solo puede conectarse a un maestro, a diferencia de un maestro que puede conectarse a varios esclavos o permitir que ellos se conecten para recibir y solicitar información de todos ellos, se debe tener en cuenta que solo soporta 7 esclavos.

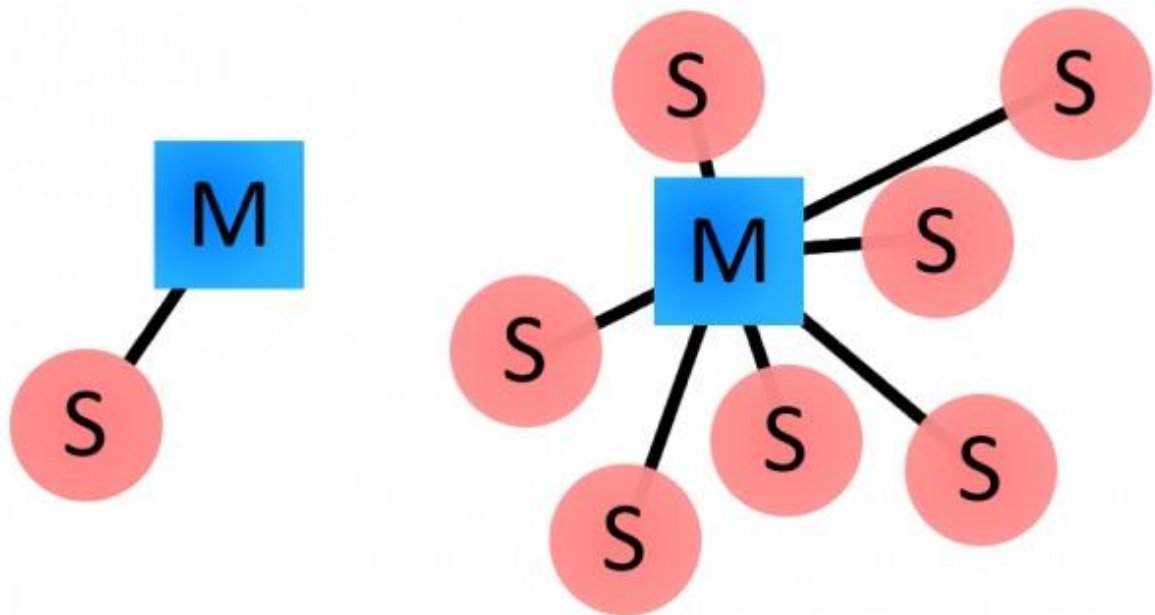


Ilustración 4. Tipos de Bluetooth. Fuente: Prometec

Cada uno de los dispositivos que se identifican vía Bluetooth presentan una dirección única de 48 bits y además un nombre de dispositivo que nos sirva para identificarlo cómodamente a los humanos. Por eso cuando configuras tu móvil puedes especificar un nombre propio que será el que mostrarás a los demás cuando busquen tu teléfono en las inmediaciones.⁷

En el proyecto se va a utilizar un módulo bluetooth HC-06 que va a permitir la comunicación entre Arduino y la aplicación que está instalada en el smartphone con el fin de manejar el sistema eléctrico, abrir puertas y ventanas y controlar los ventiladores que se encuentran en la casa.

Sensor de gas mq-2: el sensor mq-2 se utiliza para detectar presencia o fugas de propano, metano, alcohol y humo, gracias a un potenciómetro que tiene se puede ajustar la sensibilidad para la detección de dichos gases.

Condiciones de trabajo

- Voltaje de circuito: 5V
- Voltaje de calentamiento: 5v
- Resistencia de carga: puede ser ajustable

⁷ Prometec. (s.f.). *Prometec.net*. Obtenido de <https://www.prometec.net/bt-hc06/#>

- Resistencia del calentador: $33\Omega \pm 5\%$
- Consumo: menos de 800mW (Torres, 2014)

Buzzer o zumbador: es un dispositivo electrónico que produce sonido en un mismo tono, en el proyecto se va a utilizar un buzzer que se va a activar en el momento que el sensor mq-2 detecte una presencia de gas, en un circuito electrónico se representa de la siguiente manera.



Ilustración 5. Buzzer. Fuente: Wikipedia

Servomotor 9g SG90 Tower pro: Un servomotor (también llamado servo) es un dispositivo similar a un motor de corriente continua que tiene la capacidad de ubicarse en cualquier posición dentro de su rango de operación, y mantenerse estable en dicha posición.

características

- Micro Servo Tower-pro
- Velocidad: 0.10 sec/60° @ 4.8V
- Torque: 1.8 Kg-cm @ 4.8V
- Voltaje de funcionamiento: 3.0-7.2V
- Temperatura de funcionamiento: -30 °C ~ 60 °C
- Ángulo de rotación: 180°
- Ancho de pulso: 500-2400 μ s
- Longitud de cable de conector: 24.5cm (ElectronicLab)

Motor paso a paso: El motor paso a paso conocido también como motor de pasos es un dispositivo electromecánico que convierte una serie de impulsos eléctricos en desplazamientos angulares discretos, lo que significa que es capaz de girar una cantidad de grados (paso o medio paso) dependiendo de sus entradas de control.⁸

⁸Liptak, B. (2005). *books google*. Obtenido de books google: https://books.google.co.uk/books?id=TxKynbyalAMC&dq=Instrument+Engineers%27+Handbook&pg=PP1&ots=jvrdPR7wxJ&sig=1hOUpQQDQH_8drYj

Arduino mega AT2560: Arduino Mega es una tarjeta de desarrollo open-source construida con un microcontrolador modelo Atmega2560 que posee pines de entradas y salidas (E/S), analógicas y digitales. Esta tarjeta es programada en un entorno de desarrollo que implementa el lenguaje Processing/Wiring. Arduino puede utilizarse en el desarrollo de objetos interactivos autónomos o puede comunicarse a un PC a través del puerto serial (conversión con USB) utilizando lenguajes como Flash, Processing, MaxMSP, etc.

El Arduino Mega tiene 54 pines de entradas/salidas digitales (14 de las cuales pueden ser utilizadas como salidas PWM), 16 entradas análogas, 4 UARTs (puertos serial por hardware), cristal oscilador de 16MHz, conexión USB, jack de alimentación, conector ICSP y botón de reset. Arduino Mega incorpora todo lo necesario para que el microcontrolador trabaje; simplemente conéctalo a tu PC por medio de un cable USB o con una fuente de alimentación externa (9 hasta 12VDC). El Arduino Mega es compatible con la mayoría de los shields diseñados para Arduino Duemilanove, diecimila o UNO⁹. El Arduino mega se va a utilizar en el proyecto para controlar el sistema eléctrico, encender y apagar ventiladores y por último abrir y cerrar puertas y ventanas.

Arduino uno R3:

- Microcontrolador ATmega328.
- Voltaje de entrada 7-12V.
- 14 pines digitales de I/O (6 salidas PWM).
- 6 entradas análogas.
- 32k de memoria Flash.
- Reloj de 16MHz de velocidad

W1yPVocJSYI&hl=en&sa=X&oi=book_result&resnum=1&ct=result#v=onepage&q=Instrument%20Engineers'%20Handbook&f=false

⁹ Arduino. (s.f.). *arduino.cl*. Obtenido de <http://arduino.cl/arduino-mega-2560/>

Arduino y su IDE: El Arduino es una plataforma computacional física open-source basada en una simple tarjeta de I/O y un entorno de desarrollo que implementa el lenguaje Processing/Wiring. El Arduino Uno R3 puede ser utilizado para desarrollar objetos interactivos o puede ser conectado a software de tu computadora (por ejemplo, Flash, Processing, MaxMSP). El IDE open-source puede ser descargado gratuitamente (actualmente para Mac OS X, Windows y Linux¹⁰).

App inventor 2: MIT App Inventor es un entorno de programación visual intuitivo que permite a todos, incluso a los niños, crear aplicaciones completamente funcionales para teléfonos inteligentes y tabletas. Aquellos nuevos en MIT App Inventor pueden tener una primera aplicación simple en funcionamiento en menos de 30 minutos. Y esta herramienta basada en bloques facilita la creación de aplicaciones complejas de alto impacto en mucho menos tiempo que los entornos de programación tradicionales. El proyecto MIT App Inventor busca democratizar el desarrollo de software al empoderar a todas las personas, especialmente a los jóvenes, para pasar del consumo de tecnología a la creación de tecnología.

Un pequeño equipo de personal y estudiantes de CSAIL, dirigido por el profesor Hal Abelson, forma el núcleo de un movimiento internacional de inventores. Además de la divulgación educativa líder en torno a MIT App Inventor y la realización de investigaciones sobre sus impactos, este equipo central mantiene el entorno gratuito de desarrollo de aplicaciones en línea que atiende a más de 6 millones de usuarios registrados¹¹.

En este entorno de programación se va a desarrollar la aplicación móvil donde a través del bluetooth y el reconocimiento de voz se le enviara comandos al Arduino para que se ejecuten, para poder utilizar el reconocimiento de voz se requiere tener conexión wifi ya que se utiliza el reconocimiento de voz de Google. También se tiene un modo manual que no necesita la conexión wifi, donde por medio de botones se envían los comandos a través del bluetooth y posteriormente el Arduino los ejecutan viéndose reflejado en la automatización de las luces, ventiladores, puertas y ventanas.

¹⁰ Arduino. (s.f.). *arduino.cl*. Obtenido de <http://arduino.cl/arduino-uno/>

¹¹ MIT. (s.f.). *appinventor.mit.edu*. Obtenido de <http://appinventor.mit.edu/explore/about-us.html>

Protoboard: es una placa de pruebas donde se montan circuitos eléctricos para probar conexiones y posteriormente montar el circuito en una váquela.

Estaño: el estaño es la soldadura que se va a utilizar a la hora de montar el circuito en el prototipo de la casa domótica.

Fuente de alimentación: El circuito requiere tres fuentes de alimentación dos de ellas de 5 voltios para alimentar las placas de Arduino uno y Arduino mega y la otra fuente de 9 voltios para alimentar los servomotores.

6. DESARROLLO

6.1 DIAGRAMA DE CASOS DE USO

6.1.1 Definición de roles

Usuario: Es el encargado de interactuar con el sistema, conectándose con un celular inteligente vía bluetooth, para poder acceder a todas las funcionalidades de dicha aplicación.

6.1.2 Descripción de casos de uso

Tabla 1.Caso de uso 1

Caso de uso	Conectar vía Bluetooth
-------------	------------------------

Actores	Usuario
Propósito	Permitir conectar el teléfono inteligente del usuario con el sistema de domótica
Resumen	El usuario ingresa a la aplicación, y se conecta mediante el Bluetooth para acceder a todas las funcionalidades.
Tipo	Esencial
Referencias	
Prerrequisito	
Curso Normal de los Eventos	
Acción de los actores	Respuesta del sistema
1. El usuario ingresa a la aplicación y pulsa sobre la opción de conectar vía Bluetooth	2. El sistema recibe la solicitud de conexión y se encarga de establecerla.
3. El usuario puede acceder a todas las funcionalidades del sistema	
Curso Alterno	
Si el Bluetooth del dispositivo no está activado e intenta establecer conexión con el sistema, no aparecerá ningún dispositivo para poder conectarse, el usuario deberá activar el Bluetooth para poder conectarse al sistema.	

Tabla 2. Caso de uso 2

Caso de uso	Encender/Apagar luces
Actores	Usuario
Propósito	Permite encender y apagar las luces de diferentes partes de la casa
Resumen	El usuario puede encender y apagar las luces de su hogar mediante la interacción con el sistema
Tipo	Esencial
Referencias	
Prerrequisito	Conectar vía Bluetooth
Curso Normal de los Eventos	
Acción de los actores	Respuesta del sistema
1. Este caso de uso comienza cuando se ha establecido una conexión vía Bluetooth con el sistema.	2. El sistema proporciona la opción de encender y apagar las luces de las habitaciones, de la sala, del baño, de la cocina, del exterior y del garaje.
3. El usuario elige qué luces apagar o encender	4. El sistema enciende o apaga las luces dependiendo de la opción escogida por el usuario

Curso Alterno
El usuario no ha establecido una conexión vía Bluetooth y selecciona alguna opción de encender o apagar luces. El sistema muestra un mensaje de error diciendo que no se ha establecido una conexión vía Bluetooth

Tabla 3. Caso de uso 3

Caso de uso	Abrir/Cerrar ventana
Actores	Usuario
Propósito	Permitir abrir o cerrar la ventana de la habitación principal
Resumen	El usuario puede abrir y cerrar la ventana de la habitación principal mediante la interacción con el sistema
Tipo	Esencial
Referencias	
Prerrequisito	Conectar vía Bluetooth
Curso Normal de los Eventos	
Acción de los actores	Respuesta del sistema
1. Este caso de uso comienza cuando se ha establecido una conexión vía Bluetooth con el sistema.	2. El sistema proporciona la opción de abrir o cerrar la ventana de la habitación principal.

3. El usuario selecciona si quiere abrir o cerrar la ventana de la habitación principal	4. El sistema abre o cierra la ventana dependiendo de la opción escogida por el usuario
Curso Alterno	
El usuario no ha establecido una conexión vía Bluetooth y selecciona la opción de abrir o cerrar la ventana. El sistema muestra un mensaje de error diciendo que no se ha establecido una conexión vía Bluetooth	

Tabla 4. Caso de uso 4

Caso de uso	Abrir/Cerrar puerta principal
Actores	Usuario
Propósito	Permitir abrir o cerrar la puerta principal
Resumen	El usuario puede abrir y cerrar la puerta principal mediante la interacción con el sistema
Tipo	Esencial
Referencias	

Prerrequisito	Conectar vía Bluetooth
Curso Normal de los Eventos	
Acción de los actores	Respuesta del sistema
1. Este caso de uso comienza cuando se ha establecido una conexión vía Bluetooth con el sistema.	2. El sistema proporciona la opción de abrir o cerrar la puerta principal.
3. El usuario selecciona si quiere abrir o cerrar la puerta principal	4. El sistema abre o cierra la puerta principal dependiendo de la opción escogida por el usuario
Curso Alterno	
El usuario no ha establecido una conexión vía Bluetooth y selecciona la opción de abrir o cerrar la puerta. El sistema muestra un mensaje de error diciendo que no se ha establecido una conexión vía Bluetooth	

Tabla 5. Caso de uso 5

Caso de uso	Encender/Apagar ventiladores
Actores	Usuario
Propósito	Permitir encender o apagar los ventiladores del hogar

Resumen	El usuario puede encender y apagar los ventiladores del hogar mediante la interacción con el sistema
Tipo	Esencial
Referencias	
Prerrequisito	Conectar vía Bluetooth
Curso Normal de los Eventos	
Acción de los actores	Respuesta del sistema
1. Este caso de uso comienza cuando se ha establecido una conexión vía Bluetooth con el sistema.	2. El sistema proporciona la opción de encender o apagar los ventiladores de la sala y del comedor
3. El usuario selecciona si quiere encender o apagar el ventilador de la sala o el comedor	4. El sistema enciende o apaga el ventilador dependiendo de la opción escogida por el usuario
Curso Alterno	
El usuario no ha establecido una conexión vía Bluetooth y selecciona la opción de encender o apagar el ventilador. El sistema muestra un mensaje de error diciendo que no se ha establecido una conexión vía Bluetooth	

Tabla 6. Caso de uso 6

Caso de uso	Control por voz
--------------------	-----------------

Actores	Usuario
Propósito	Permitir realizar todas las acciones del sistema mediante comandos de voz
Resumen	El usuario puede realizar cualquier acción del sistema (Encender/Apagar luces, ventiladores, etc.)
Tipo	Esencial
Referencias	
Prerrequisito	Conectar vía Bluetooth
Curso Normal de los Eventos	
Acción de los actores	Respuesta del sistema
1. Este caso de uso comienza cuando se ha establecido una conexión vía Bluetooth con el sistema.	2. El sistema proporciona la opción de recibir el comando por voz mediante el micrófono del dispositivo.
3. El usuario selecciona la opción de controlar por voz e indica el comando a ejecutar-	4. El sistema realiza el comando recibido mediante voz
Curso Alternativo	

El usuario no ha establecido una conexión vía Bluetooth y selecciona la opción de controlar por voz. El sistema muestra un mensaje de error diciendo que no se ha establecido una conexión vía Bluetooth.

El usuario proporciona un comando por voz no reconocido por el sistema. El sistema no ejecuta ninguna acción.

6.1.3 Vista de casos de uso

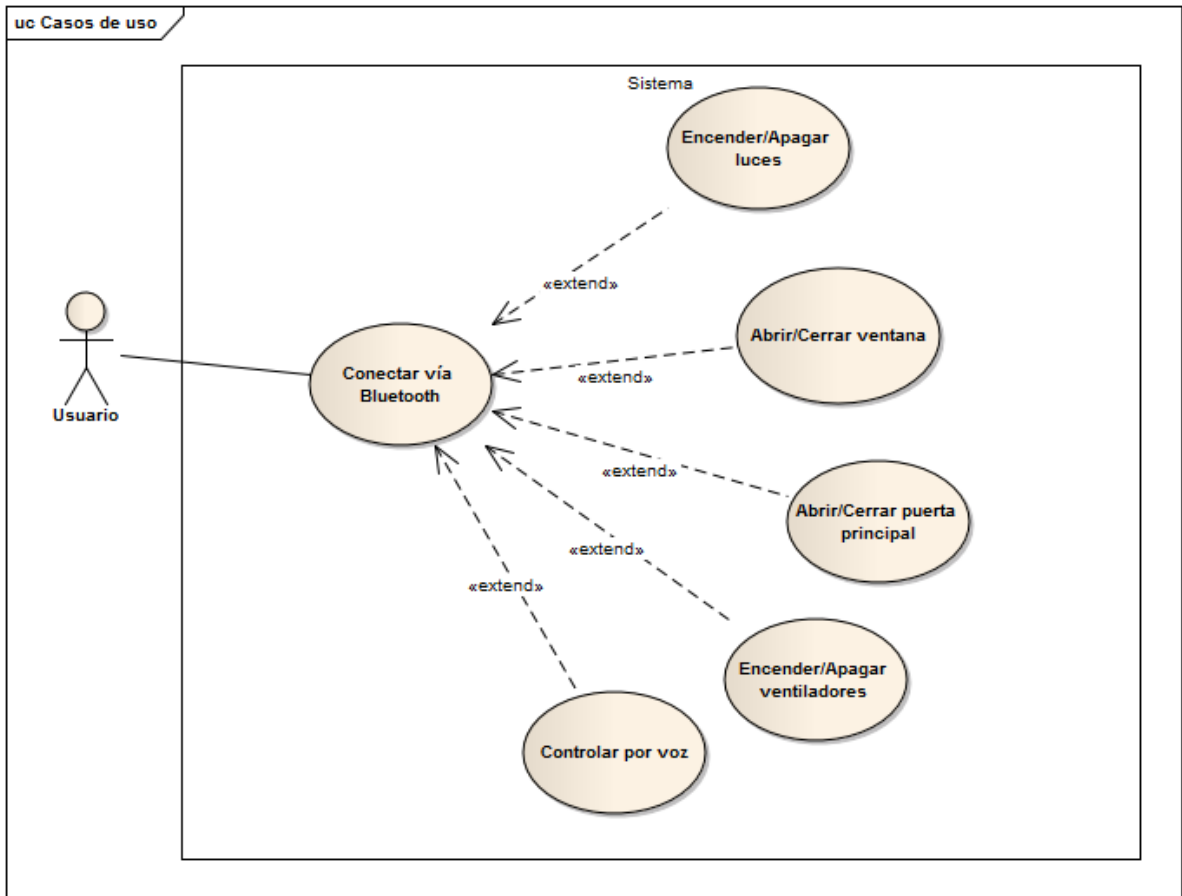


Ilustración 6. Diagrama de casos de uso. Fuente: Elaboración propia

6.2 Diagrama de secuencia

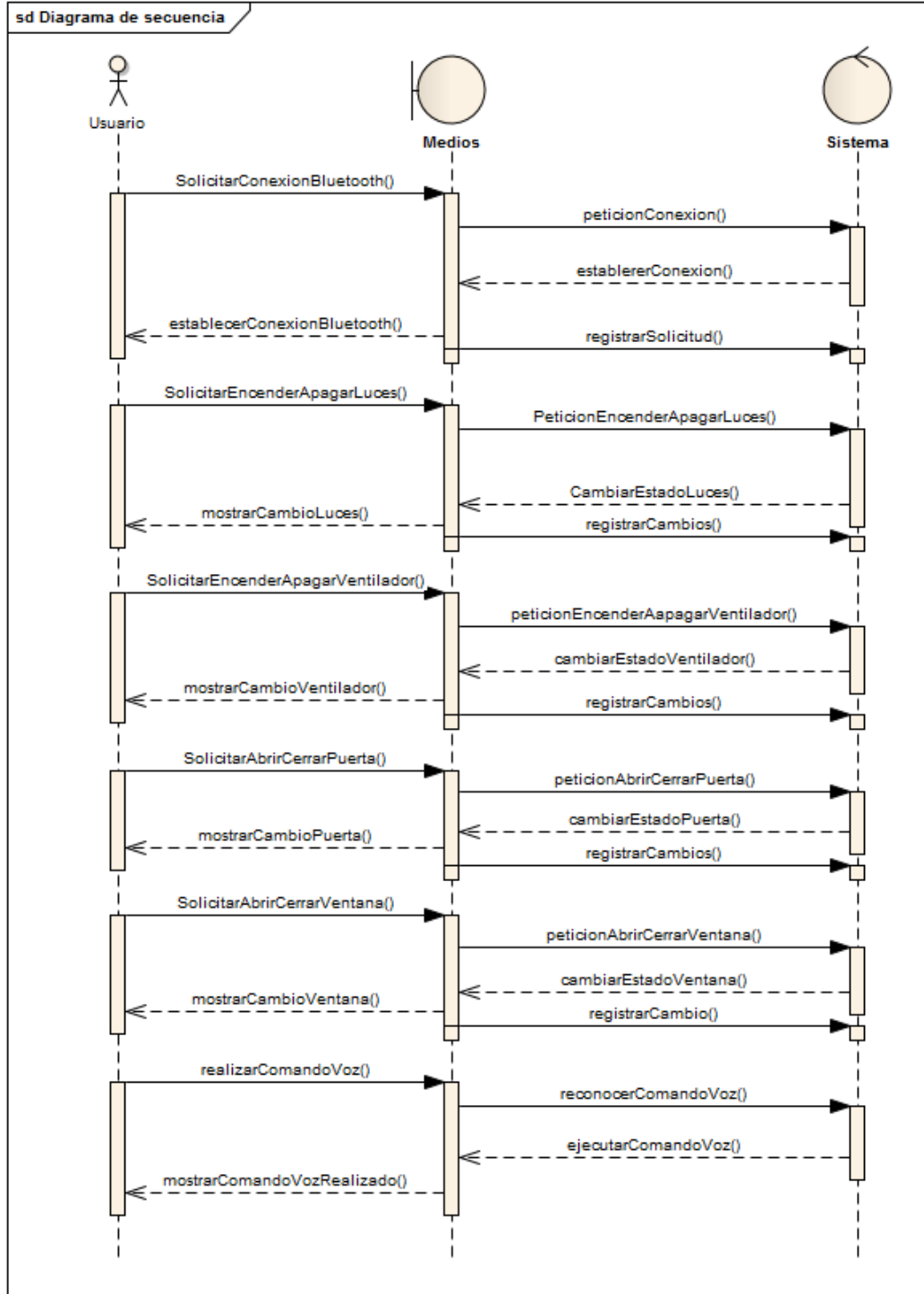


Ilustración 7. Diagrama de secuencia. Fuente: Elaboración propia

6.3 Diagrama de componentes

6.1.3 Diagrama de componentes del sistema

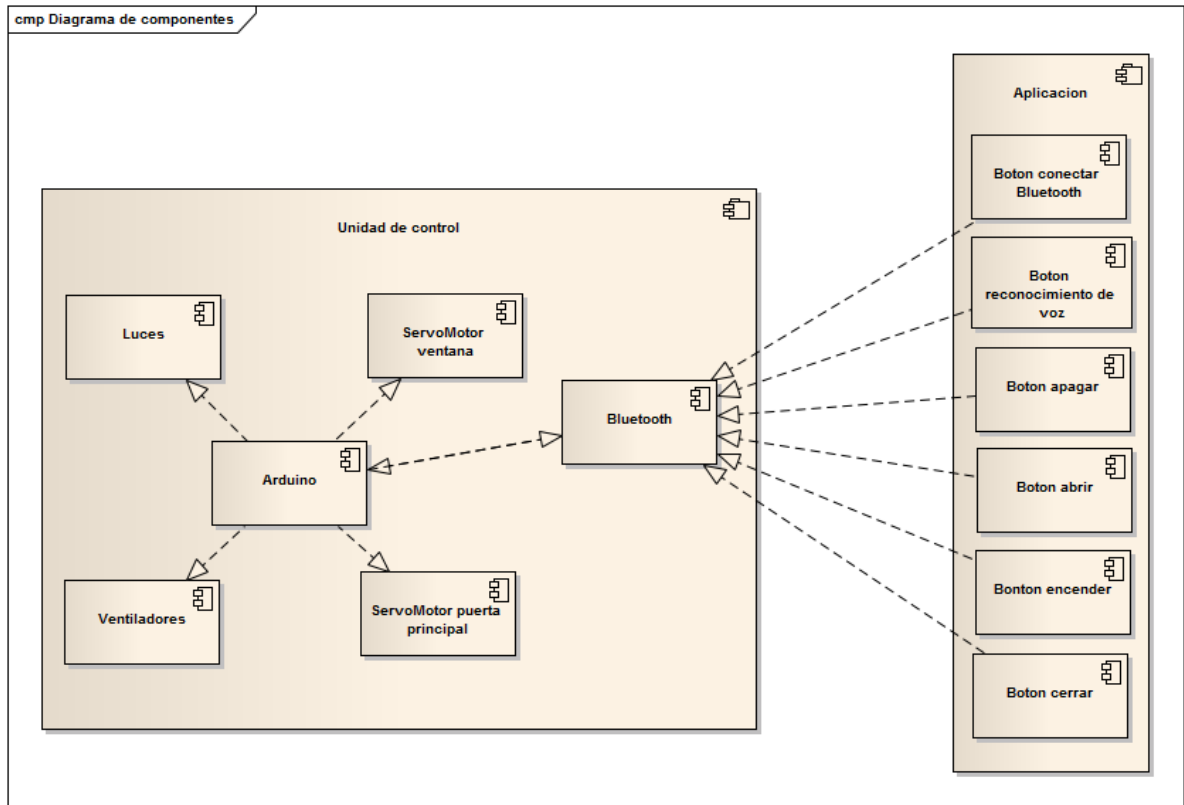


Ilustración 8. Diagrama de componentes del sistema. Fuente: Elaboración propia

6.1.4 Diagrama de componentes de la alarma

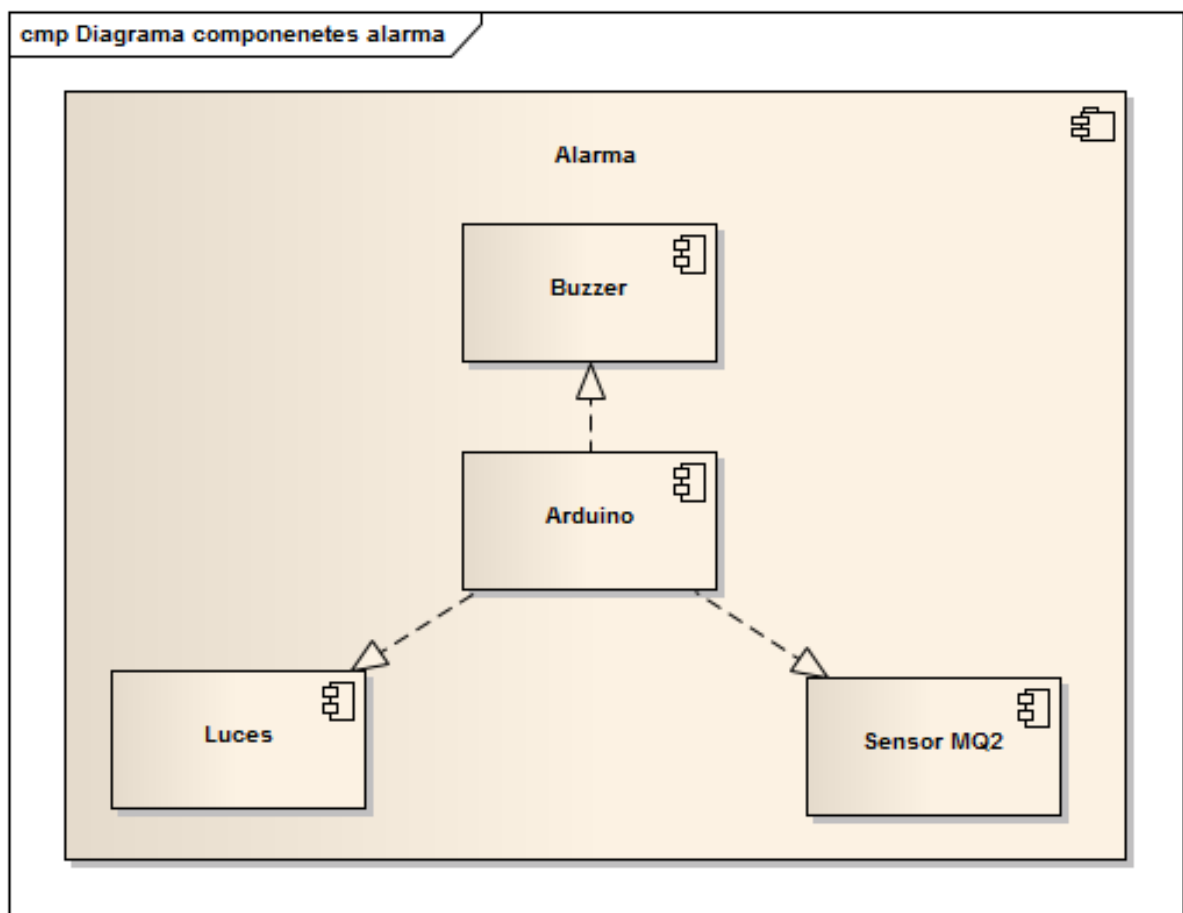


Ilustración 9. Diagrama de componentes alarma. Fuente: Elaboración propia

6.4 Diagrama de actividades

6.4.1 Diagrama de actividades Abrir

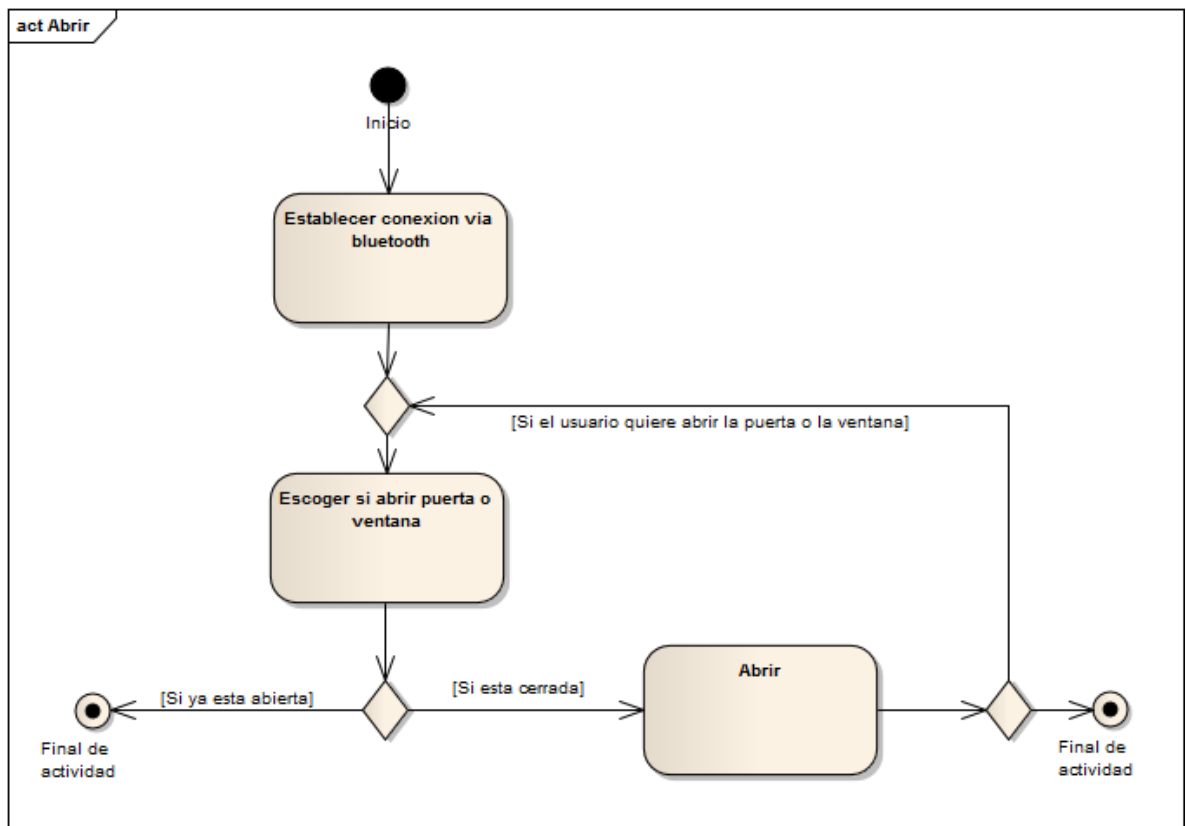


Ilustración 10. Diagrama de actividades Abrir. Fuente: Elaboración propia

6.4.2 Diagrama de actividades Cerrar

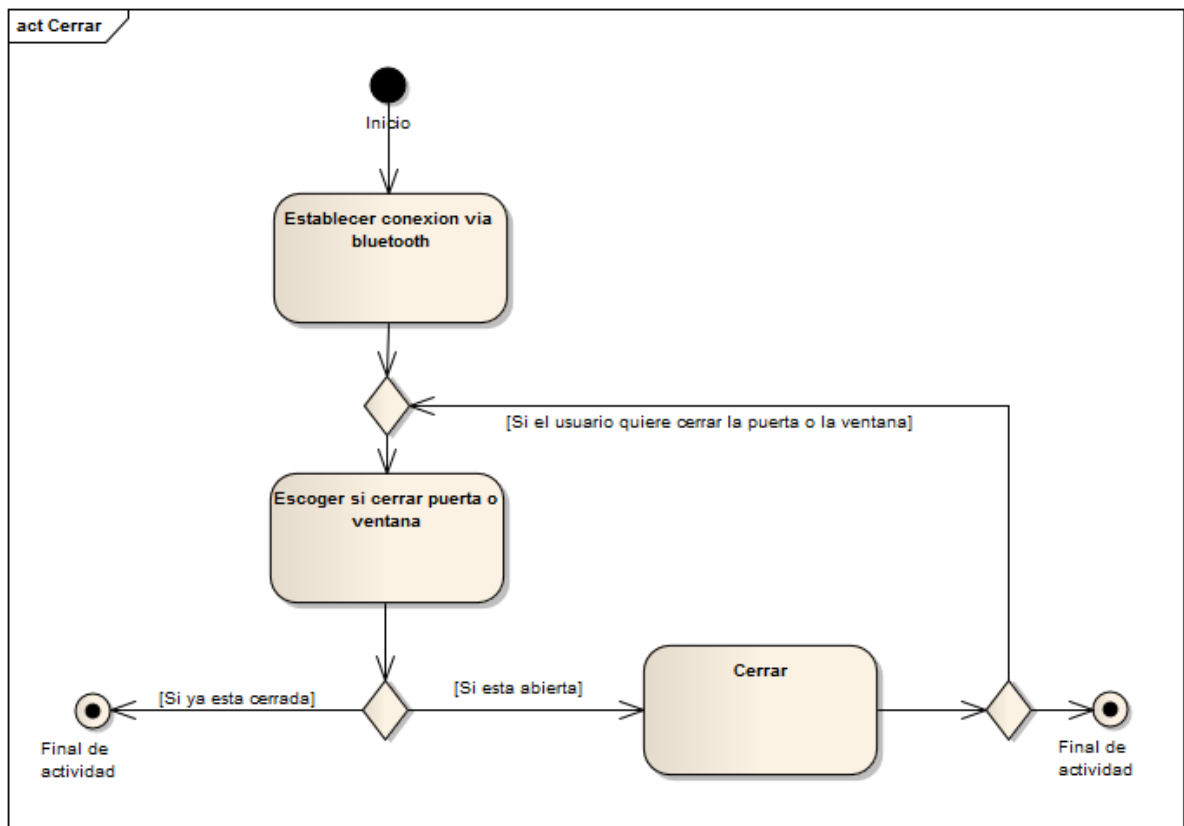


Ilustración 11. Diagrama de actividades cerrar. Fuente: Elaboración propia

6.4.3 Diagrama de actividades Encender

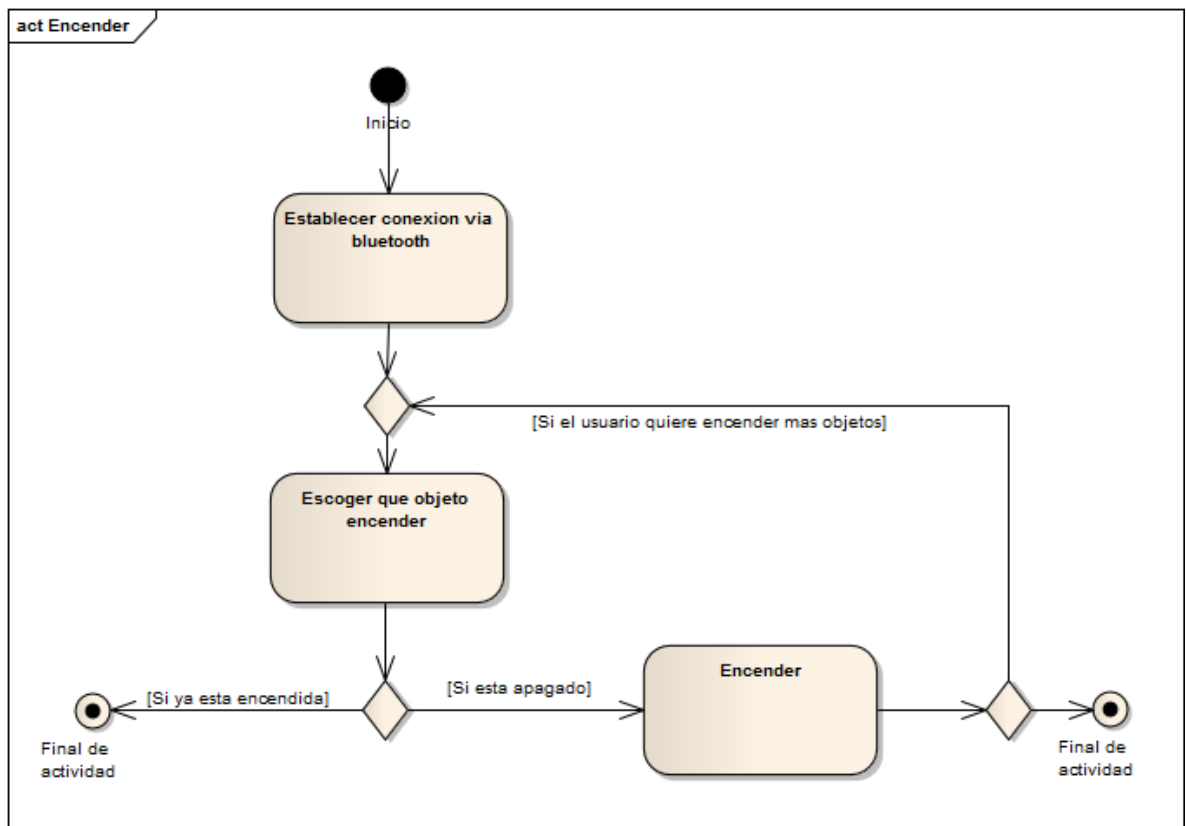


Ilustración 12. Diagrama de actividades Encender. Fuente: Elaboración propia

6.4.4 Diagrama de actividades Apagar

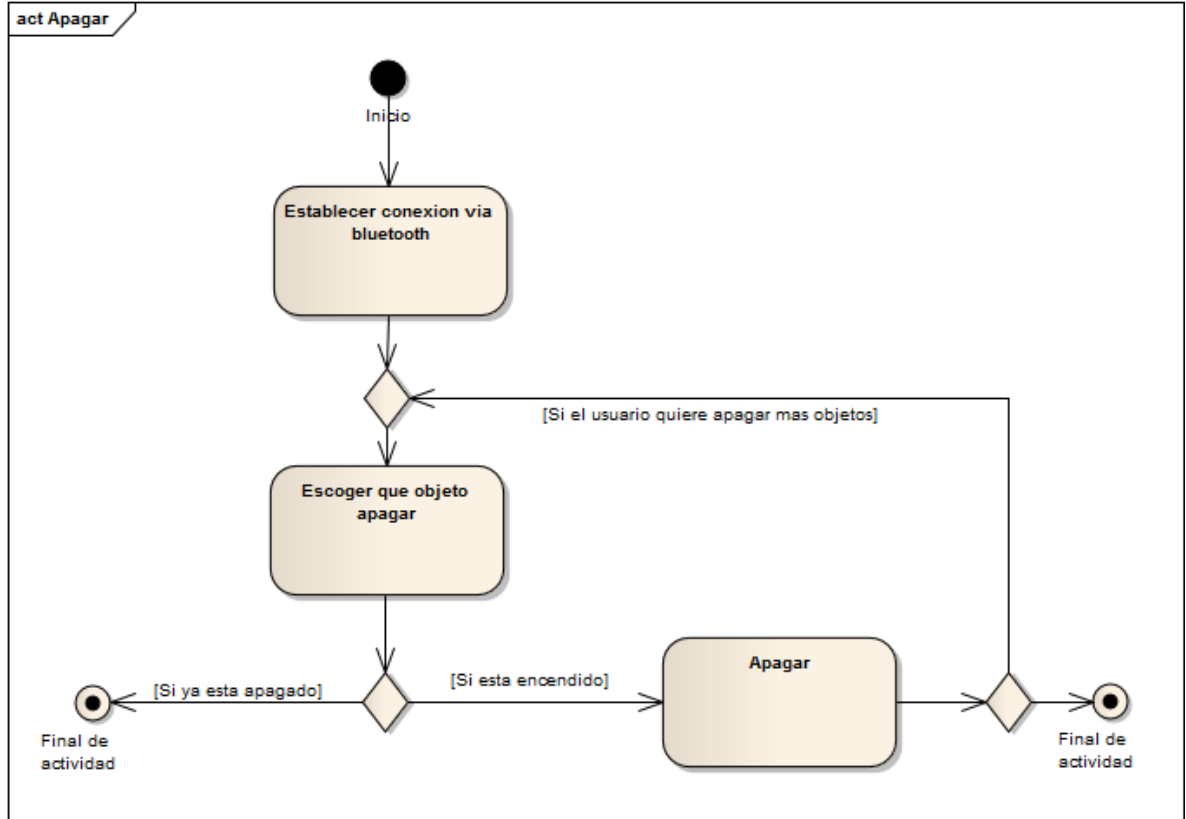


Ilustración 13. Diagrama de actividades Apagar. Fuente: Elaboración propia

6.4.5 Diagrama de actividades Control por voz

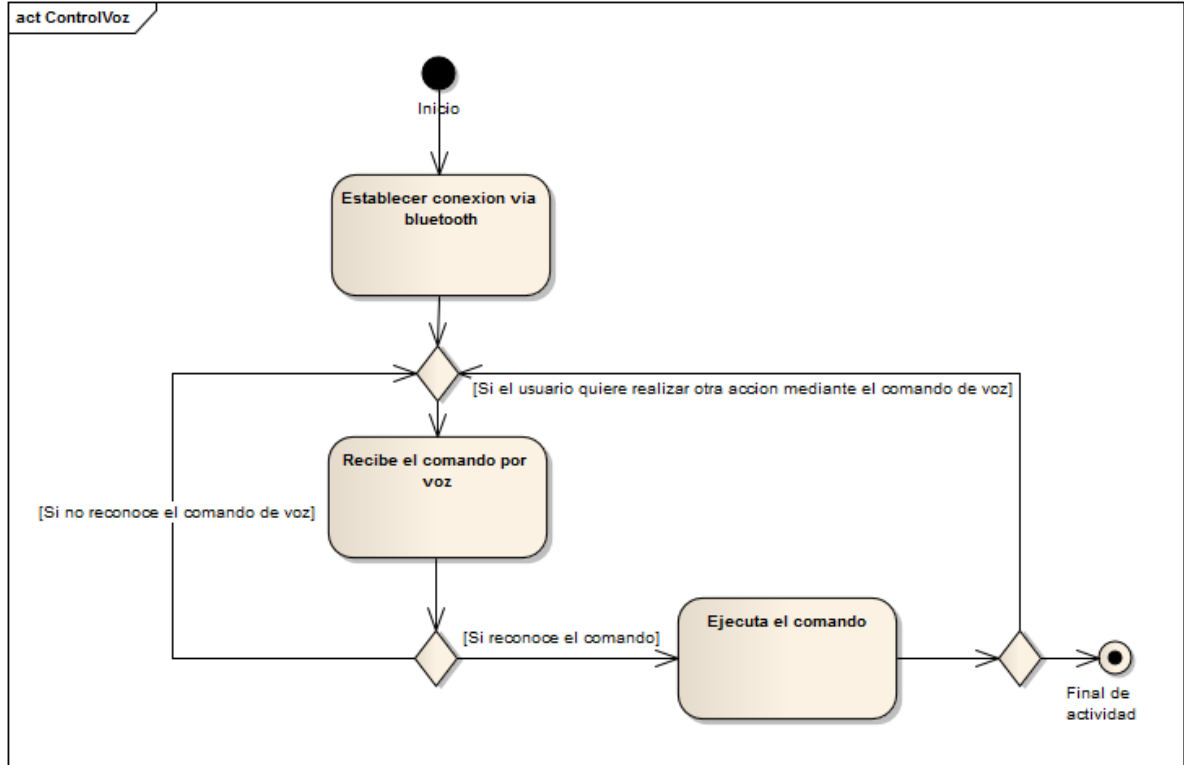


Ilustración 14. Diagrama de actividades Control por voz. Fuente: Elaboración propia

6.5 Diagrama de paquetes

6.5.1 Diagrama de paquetes del sistema

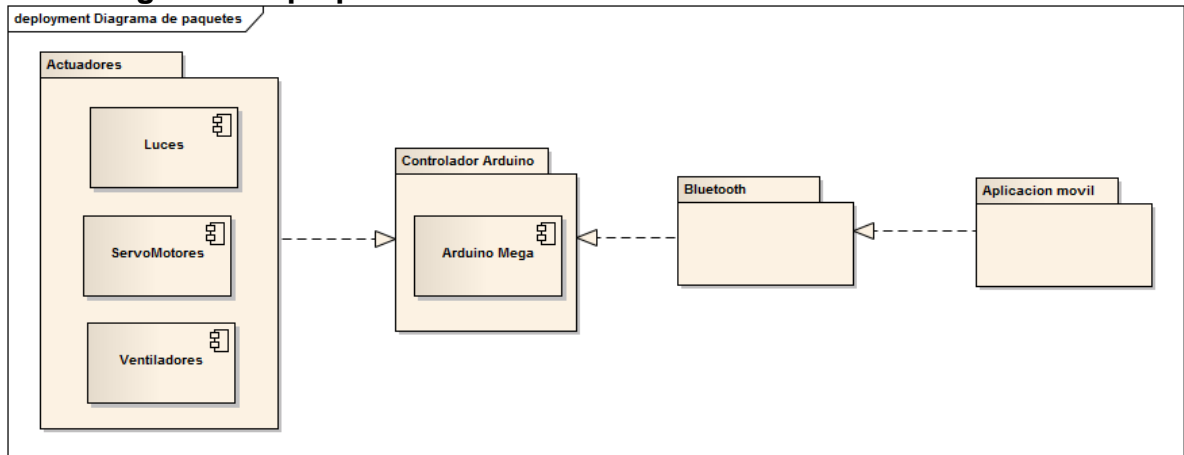


Ilustración 15. Diagrama de paquetes del sistema. Fuente: Elaboración propia

6.5.2 Diagrama de paquetes de la alarma

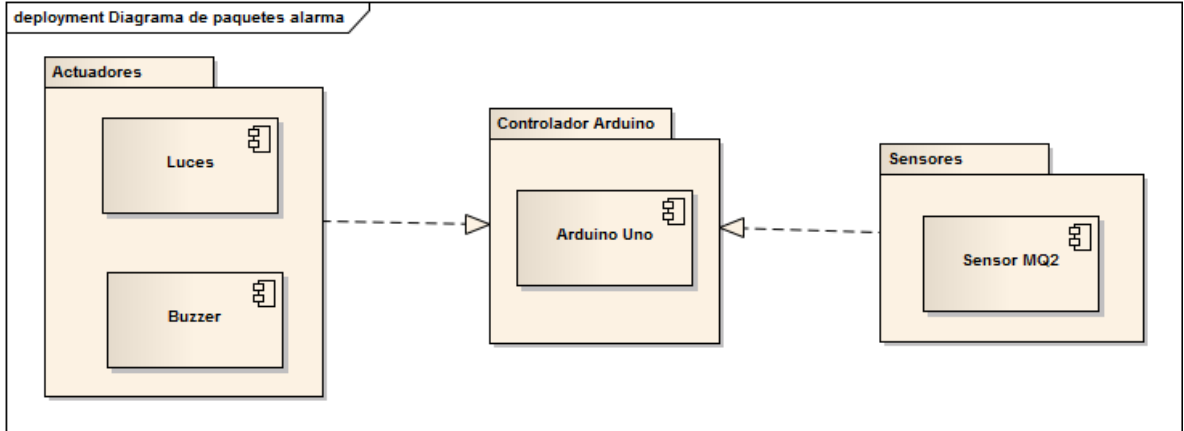


Ilustración 16. Diagrama de paquetes de la alarma. Fuente: Elaboración propia

6.6 Diagrama de despliegue

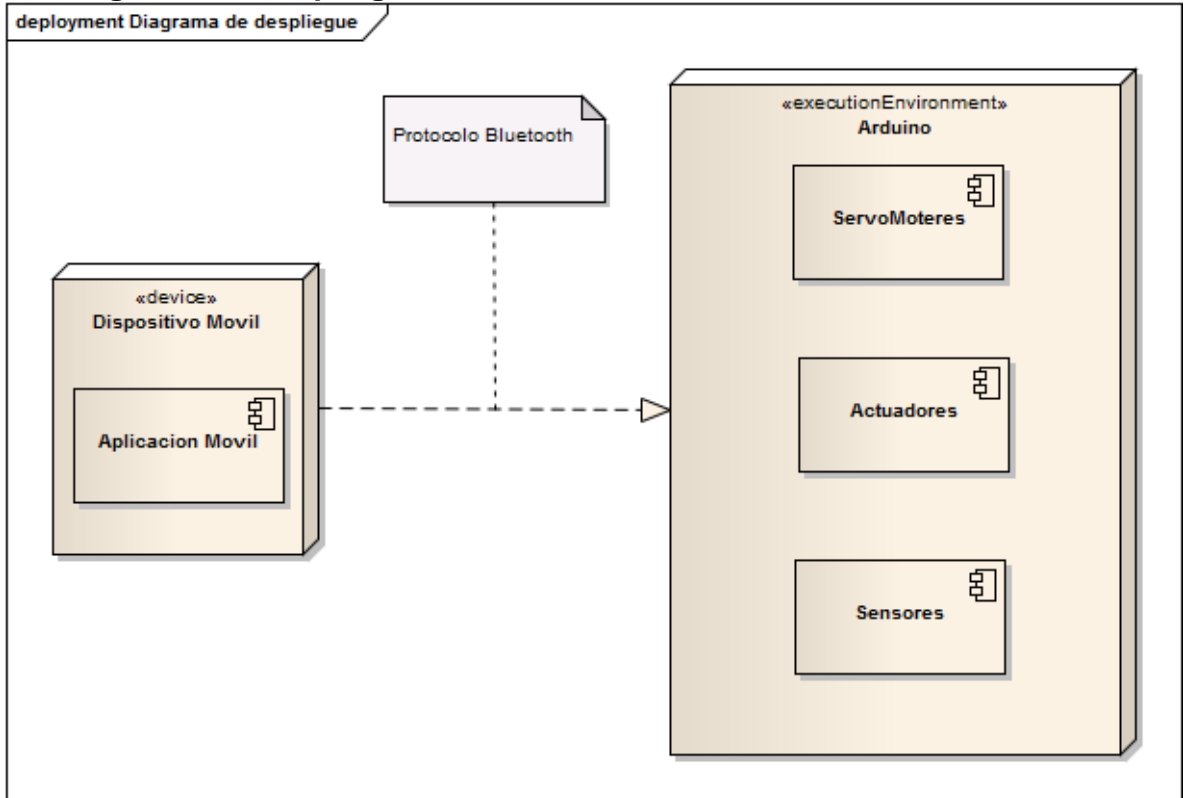


Ilustración 17. Diagrama de despliegue del sistema. Fuente: Elaboración propia

6.7 Diagrama de circuitos del dispositivo

6.7.1 Diagrama de circuitos del dispositivo principal

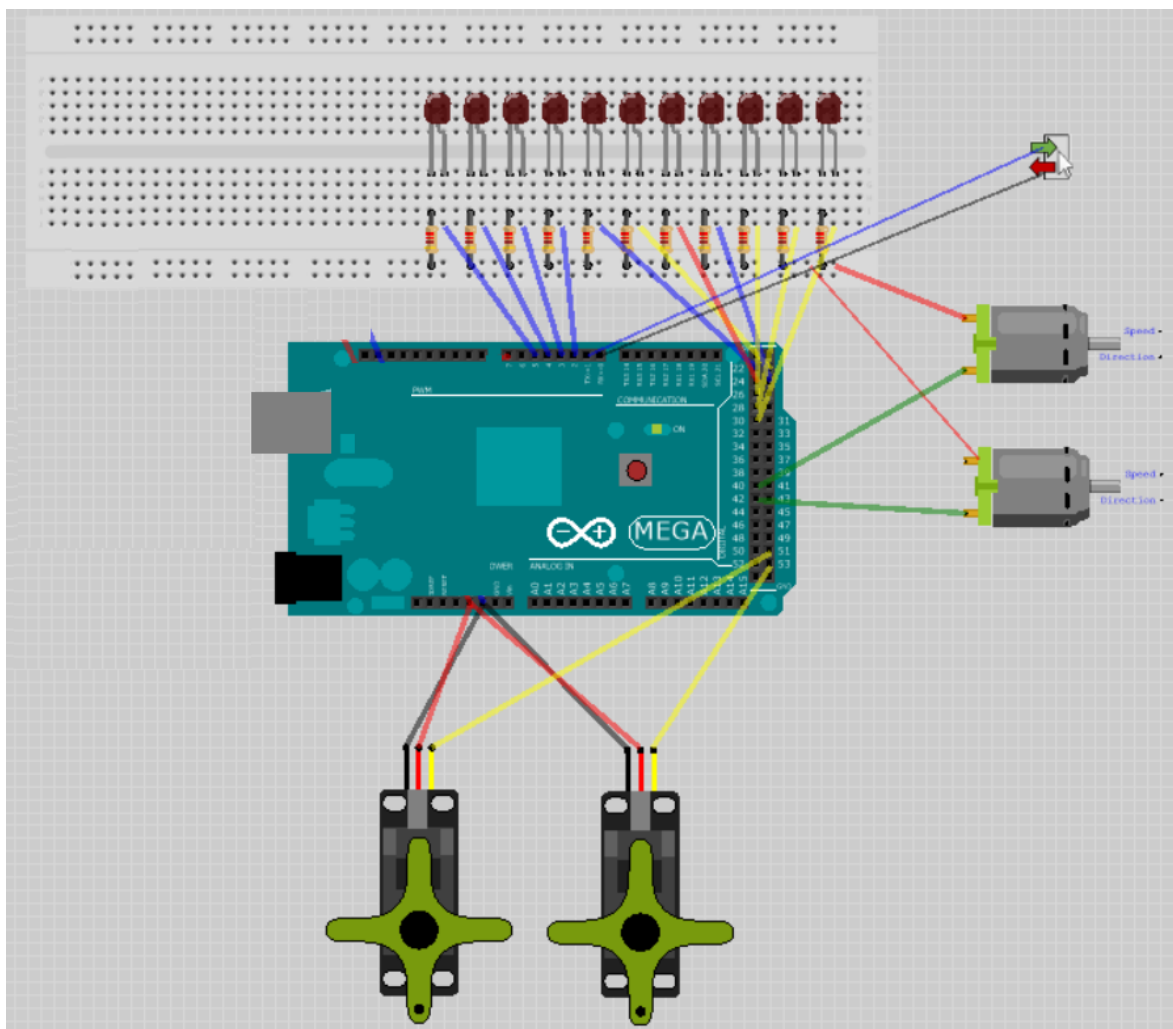


Ilustración 18. Diagrama de circuitos del dispositivo. Fuente: Elaboración propia

6.7.2 Diagrama de circuitos del dispositivo Alarma

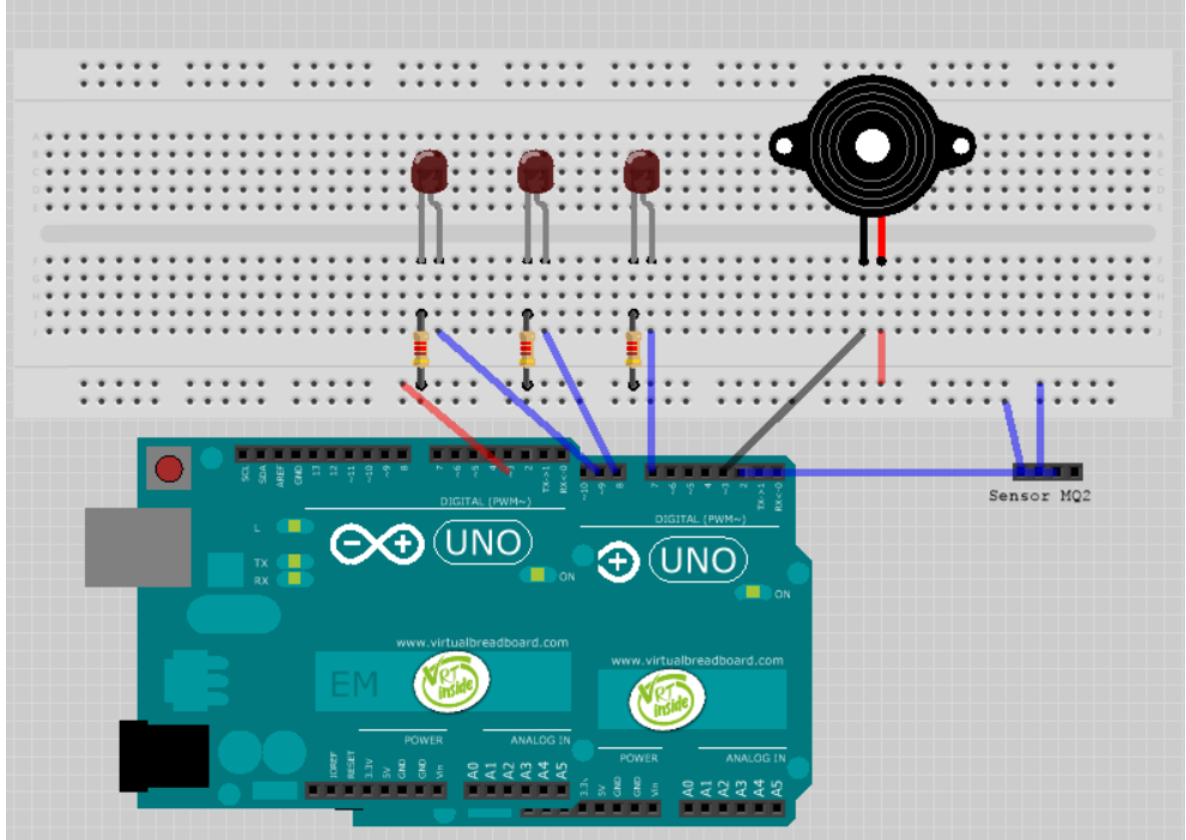


Ilustración 19. Diagrama de circuitos de dispositivo Alarma. Fuente: Elaboración propia

6.8 Planos de la maqueta

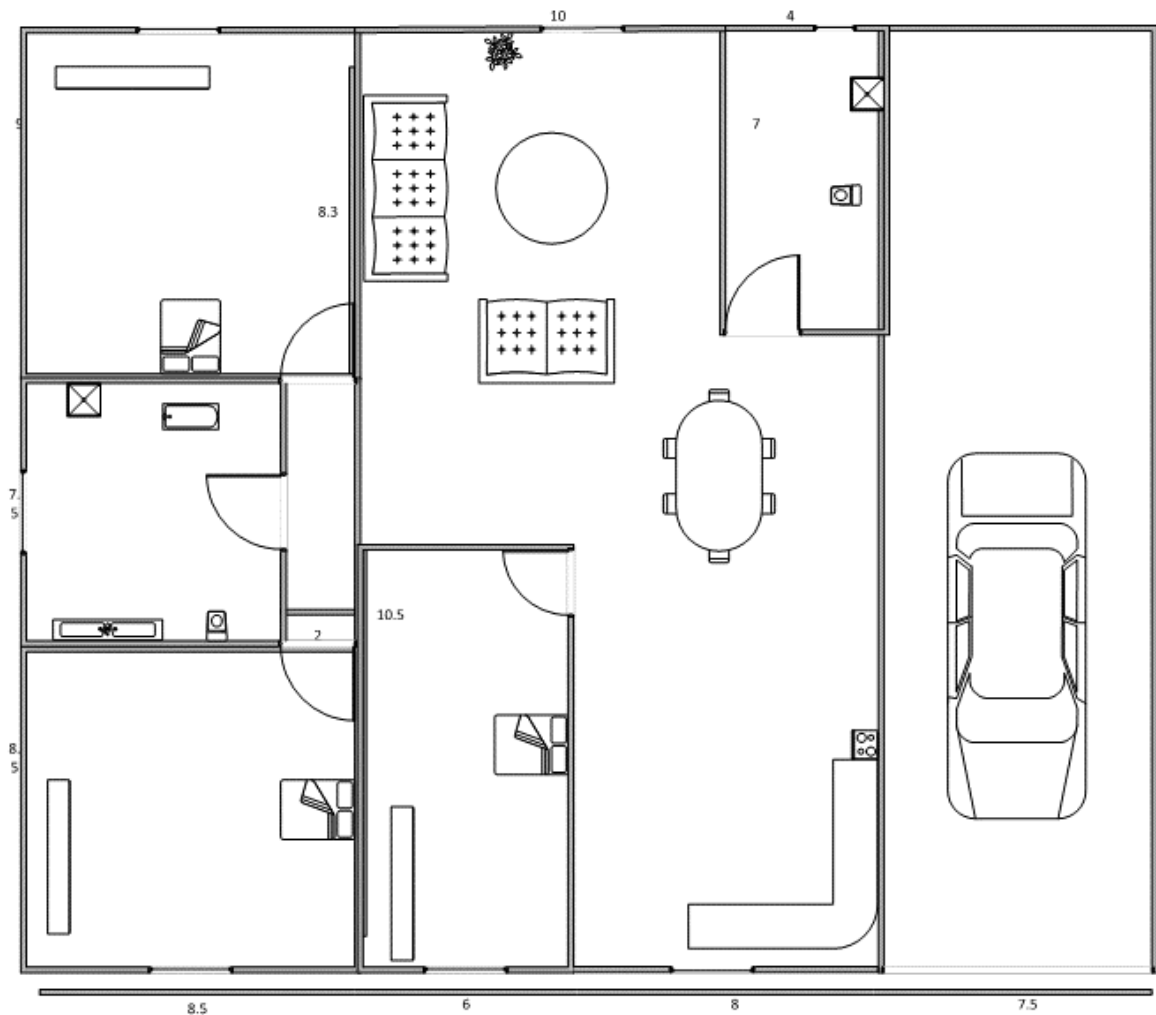


Ilustración 20. Planos de la maqueta. Fuente: Elaboración propia

6.9 Desarrollo de la aplicación

6.9.1 Descripción de los bloques

La aplicación se desarrolló en App Inventor, que es un entorno de desarrollo de software que permite realizar aplicaciones para Android. Fue diseñado por el MIT (Massachusetts Institute of Technology) y Google. La programación se realiza por medio de bloques. A continuación, se explican los bloques que se realizaron para programar la aplicación y sus funciones.



Ilustración 21. Bloque de instrucciones. Fuente: Elaboración propia

En el primer bloque (Ilustración 22), se tienen 15 campos de texto, los cuales indican las luces o partes del hogar que poseen el sistema domótico y que están en “false” para que estos campos no sean modificados por el usuario final.



Ilustración 22. Bloque de instrucciones. Fuente: Elaboración propia

Este bloque (Ilustración 23), permite obtener los nombres y direcciones de los dispositivos con Bluetooth, antes de realizar la conexión.



Ilustración 23. Bloque de instrucciones. Fuente: Elaboración propia

Después de obtener los nombres y direcciones, en este bloque (Ilustración 24), se puede seleccionar el Bluetooth que posee el Arduino para realizar la conexión.

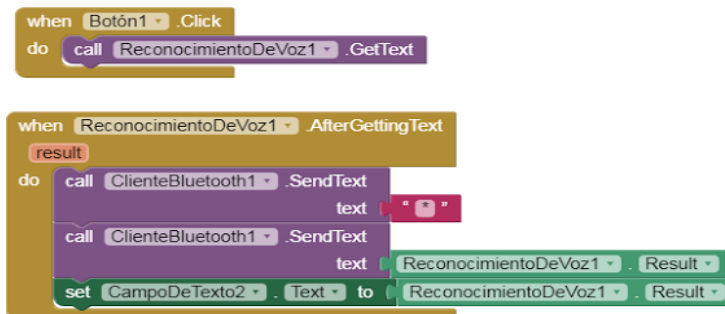


Ilustración 24. Bloque de instrucciones. Fuente: Elaboración propia

En la secuencia de instrucciones anterior (Ilustración 25), se realizan dos acciones. En la primera secuencia se tiene un botón que va a servir para activar el reconocimiento de voz de Google. En la segunda secuencia de instrucciones se permite la transmisión de los comandos de voz que recibe la aplicación y lo envía por medio del Bluetooth al microcontrolador Arduino. Los comandos de voz que se emiten se muestran en un campo de texto en la aplicación.



Ilustración 25. Bloque de instrucciones. Fuente: Elaboración propia

En la Ilustración 26 se pueden ver las secuencias de instrucciones correspondientes a las siguientes funcionalidades del sistema:

- Encender o apagar las diferentes luces del hogar.
- Encender o apagar los ventiladores del hogar.
- Abrir o cerrar la puerta principal.

- Abrir o cerrar la ventana.

Una restricción del sistema es que, para poder usar el reconocimiento de voz, es necesario estar conectado a internet, es por ello que se desarrolla un modo manual para que el usuario pueda manejar el sistema de manera táctil, conectado mediante el Bluetooth.

7. Recomendaciones.

7.1 Aspectos técnicos.

Para explicar el correcto funcionamiento de la aplicación se tiene que tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- La aplicación funciona sólo en dispositivos con sistema operativo Android.
- Los dispositivos deben de tener Android 2.3 (Gingerbread) o superior.
- Para utilizar el reconocimiento de voz de Google se debe tener una conexión a internet.
- La aplicación pesa 12 MB aproximadamente.
- Los dispositivos deberán contar con una conexión Bluetooth para poder utilizar la aplicación.

7.2 Manual de usuario.

Una vez que se cumplan con todas las condiciones se pasará a describir el correcto funcionamiento de la aplicación.

Primero se debe tener activado el Bluetooth del dispositivo inteligente, que previamente cumpla con los requisitos mencionados. Luego ir a la aplicación llamada Proyecto_Final e iniciarla.

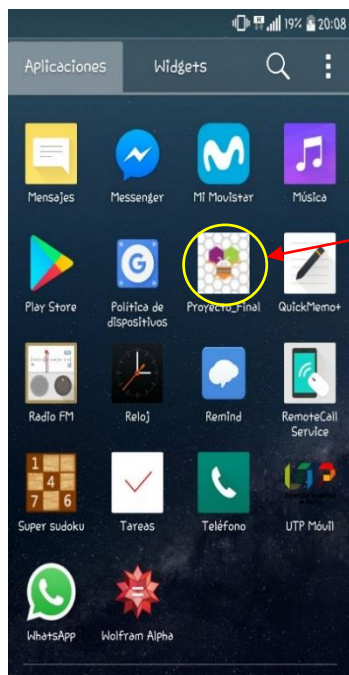


Ilustración 26. Aplicación del usuario. Fuente: Elaboración propia

Una vez dentro de la aplicación se debe conectar vía Bluetooth con el sistema domótico, pulsando sobre el botón que dice “Clic aquí para conectar Bluetooth”.

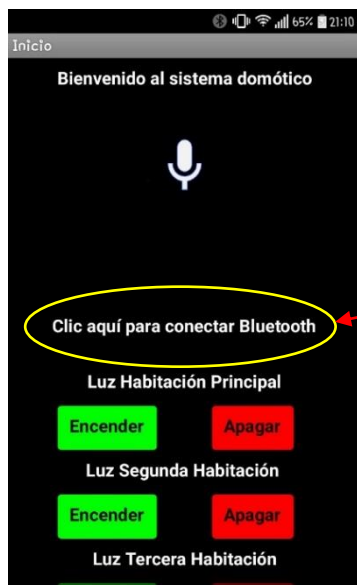


Ilustración 27. Aplicación de usuario. Fuente: Elaboración propia

Después de pulsar dicho botón, se proporciona una interfaz donde se puede establecer una conexión vía Bluetooth entre el dispositivo inteligente y el microcontrolador Arduino. La dirección MAC del dispositivo es 00:21:13:00:3D:68 y su nombre es Arduino.

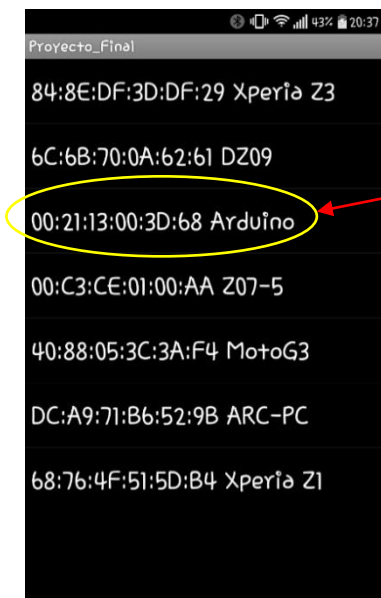


Ilustración 28. Aplicación de usuario. Fuente: Elaboración propia

Una vez establecida la conexión correctamente, existen dos opciones para manejar la aplicación; control por voz y control manual. Para activar el comando de voz se pulsa sobre el icono del micrófono.

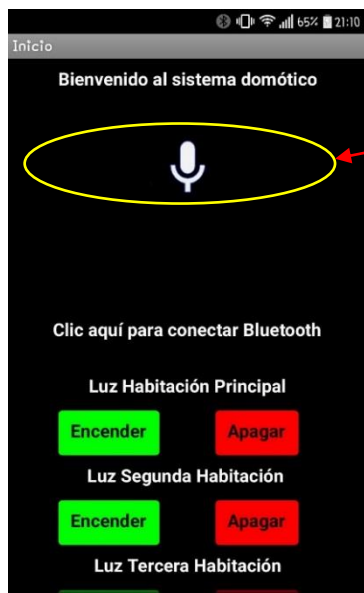


Ilustración 29. Aplicación del usuario. Fuente: Elaboración propia

Al pulsar sobre esta opción se puede dictar un comando de voz para realizar la acción deseada en el sistema domótico.

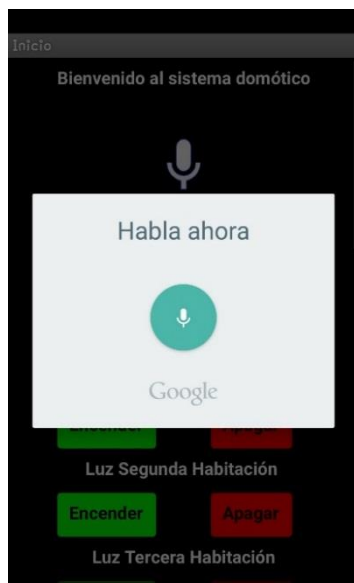


Ilustración 30. Control por voz. Fuente: Elaboración propia

Los comandos reconocidos por la aplicación mediante los comandos de voz son los siguientes:

- Encender luces.
- Apagar luces.
- Encender habitación principal.
- Apagar habitación principal.
- Encender segunda habitación.
- Apagar segunda habitación.
- Encender baño.
- Apagar baño.
- Encender cocina.
- Apagar cocina.
- Encender comedor.
- Apagar comedor.
- Encender sala.
- Apagar sala.
- Encender exterior.
- Apagar exterior.
- Encender ventiladores.
- Apagar ventiladores.
- Encender ventilador sala.
- Apagar ventilador sala.
- Encender ventilador comedor.
- Apagar ventilador comedor.
- Abrir puerta principal.

- Cerrar puerta principal.
- Abrir ventana.
- Cerrar ventana.

Cuando se emite un comando de voz, éste se muestra en un campo de texto.

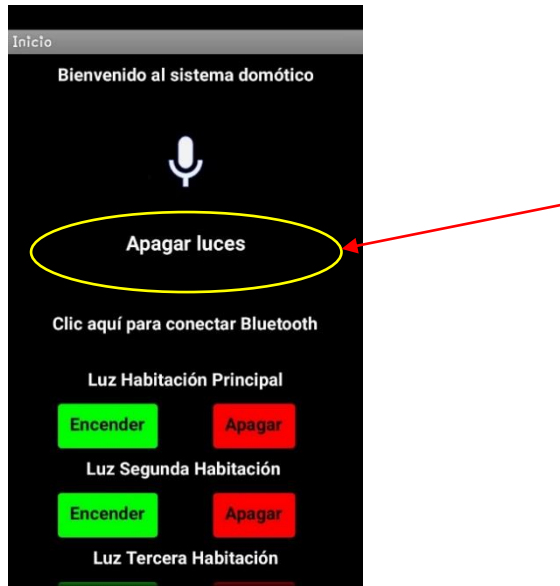


Ilustración 31. Cuadro de texto al controlar por voz. Fuente: Elaboración propia

La otra forma de controlar la aplicación del sistema domótico es por medio de botones, que puede ser usado siempre y cuando haya una conexión vía Bluetooth, en este caso no importa si no se tiene una conexión a internet.



Ilustración 32. Control manual de la aplicación. Fuente: Elaboración propia



Ilustración 33. Control manual de la aplicación. Fuente: Elaboración propia

8. Pruebas

8.1 Pruebas de aplicación.

Se verificó el correcto funcionamiento de la aplicación pulsando cada uno de los botones y enviando los comandos por voz, el resultado fue positivo ya que la aplicación funcionó correctamente.

8.2 Pruebas de calidad.

Tabla 7. Pruebas de calidad.

Prueba	Si cumple	No cumple
Si el bluetooth del dispositivo no está conectado, muestra un mensaje por defecto informando del error.	X	
Ejecución de cada uno de los botones realizando la acción que le corresponde.	X	
Funcionamiento del scroll de la aplicación.	X	
Funcionamiento del reconocimiento de voz solo si está conectado a internet.	X	
Navegación en la aplicación.	X	

9. Conclusiones

- El desarrollo del sistema domótico tuvo resultados positivos en el prototipo que se diseñó.
- la aplicación tuvo resultados satisfactorios ya que cumple a cabalidad con el propósito para el que fue desarrollado (manejar el sistema domótico).
- El control de sensores y actuadores funciona correctamente.
- A pesar de que app inventor es un software que aun esta en desarrollo se pudo cumplir con el desarrollo de la aplicación para dispositivos Android y aprender un paradigma de programación por bloques.
- A través de Arduino podemos poner en practica nuestros conocimientos en electrónica y programación.

BIBLIOGRAFÍA

- Arduino. (s.f.). *arduino.cl*. Obtenido de <http://arduino.cl/arduino-mega-2560/>
- Arduino. (s.f.). *arduino.cl*. Obtenido de <http://arduino.cl/arduino-uno/>
- Area tecnologia. (s.f.). *Area Tecnologia*. Obtenido de <http://www.areatecnologia.com/electricidad/resistencia-electrica.html>
- Area Tecnologia. (s.f.). *Area Tecnologia*. Obtenido de <http://www.areatecnologia.com/electronica/potenciometro.html>
- CEDOM. (2011). *Asociación Española de domótica e inmotica*. Obtenido de Asociación Española de domótica e inmotica: <http://www.cedom.es/sobre-domotica/que-es-domotica>
- Cuevas, J. C. (2002). *angelfire*. Obtenido de <http://www.angelfire.com/tv2/fvazquez/docs/X10/X-10SolAnt.pdf>
- Eafit. (30 de Julio de 2009). *eafit*. Obtenido de eafit: <http://www.elcolombiano.com/antioquia/los-cinco-edificios-inteligentes-referentes-de-medellin-KN2528729>
- El Colombiano. (12 de Agosto de 2015). *El Colombiano*. Obtenido de El Colombiano: <http://www.elcolombiano.com/antioquia/los-cinco-edificios-inteligentes-referentes-de-medellin-KN2528729>
- ElectronicLab. (s.f.). *ElectronicLab.co*. Obtenido de <https://electronilab.co/tienda/micro-servo-9g-towerpro/>
- Escuela Politecnica Nacional . (Octubre de 2010). *bibdigital*. Obtenido de <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/2501/1/CD-3204.pdf>
- Grupo EPM. (s.f.). *EPM*. Obtenido de EPM: <http://www.epm.com.co/site/home/institucional/edificioepm.aspx>
- Liptak, B. (2005). *books google*. Obtenido de books google: https://books.google.co.uk/books?id=TxKynbyalAMC&dq=Instrument+Engineers%27+Handbook&pg=PP1&ots=jvrdPR7wxJ&sig=1hOUpQQDQH_8drYjW1yPVocJSYI&hl=en&sa=X&oi=book_result&resnum=1&ct=result#v=onepage&q=Instrument%20Engineers'%20Handbook&f=false
- MIT. (s.f.). *appinventor.mit.edu*. Obtenido de <http://appinventor.mit.edu/explore/about-us.html>
- Prometec. (s.f.). *Prometec.net*. Obtenido de <https://www.prometec.net/bt-hc06/#>
- Torres, D. H. (6 de agosto de 2014). <https://hetpro-store.com/TUTORIALES/sensor-de-gas-mq2/>. Obtenido de <https://hetpro-store.com/TUTORIALES/sensor-de-gas-mq2/>

Univerdiad de Vigo. (11 de Octubre de 2011). *quintans*. Obtenido de http://quintans.webs.uvigo.es/recursos/Web_electromagnetismo/electromagnetismo_electricidad_definiciones.htm

ANEXOS

Anexo A: Repositorio en GitHub

En el repositorio se encuentra el código fuente de Arduino y el archivo de App Inventor.

<https://github.com/alejocq/Arduino.git>